云南植物研究 1989；11（2）：145—153
Acta Botanica Yunnanica

云南呈贡梁王山现代花粉雨的研究*

吴玉书　　　　肖家仪

（中国科学院植物研究所，北京）　　（南京师范大学，南京）

摘要　本文通过对云南呈贡梁王山5块表土分析，初步研究了主要植物花粉的百分含量与其植物覆盖率之间的数量关系，并用校正系数R值表示。按照R值的大小，分为两组：R＞1属于超代表性，包括有松、桤木、马桑、蒿和部分蕨类植物；R＜1属于低代表性，包括有油杉、栲和石栎、滇青冈、栎、铁仔。在分析松粉分布特征基础上，认为昆明地区西风急流对松粉的传播是主要因素。

关键词　呈贡梁王山；表土；R值；松粉传播因素

我国对不同植被区的现代花粉雨所进行的研究工作为数不多，有长白山、庐山、长江三角洲及一部分海域表层沉积[1－6]。上述工作中，还无人涉及植被及所产生的花粉之间数量关系的讨论。近几年来，我国开展了这方面的研究工作并取得初步成果，如昆明西山林下表土以及滇池水下表层沉积物的现代花粉雨研究[7－8]，求出了森林中一些主要植物与所产生的花粉之间数量关系，探讨了花粉随风和流水搬运并沉积到滇池湖盆中的分布规律，论述了花粉分析的一些基本理论问题。

在上述工作基础上，为了进一步弄清花粉与植被之间的关系、及滇池表层沉积物中的花粉分布特征及其影响因素，1986年2月笔者在滇池周围30km范围内，在不同林型作样方测量，同时采集表土样品。本文就是其中的一部分。

梁王山位于昆明东南方向约35km，呈贡县境内，海拔2820m，为昆明盆地边缘较高的山地。山体由上古生代石灰岩组成，长期地风化剥蚀，周围发育了浸蚀地貌，山坡陡峻，土壤瘠薄干燥。本区气候除山顶外，终年温和，干湿季节分明，年均温在15℃左右，年降水量在800—1000mm。其植被应属于以滇青冈（*Cyclobalanopsis glaucoides*）、黄毛青冈（*Cyclobalanopsis delavayi*）、高山栲（*Castanopsis dalavayi*）、元江栲（*Castanopsis orthocantha*）为主的半湿润常绿阔叶林[9]，由于历经破坏，目前多为次生林。下面我们介绍实测样方的植被简况，样方共计5个（L_5—L_9），由山顶至山下分别为：L_5，在梁王山山顶，海拔2820m，山顶风大雾大，气温比昆明坝区低大约4℃左右，植被由高山栎（*Quercus rehderiana*）组成的灌丛，草本植物主要有禾本科的毛竹属（*Phyllostachys*）；L_6，海拔2725m，为华山松（*Pinus armandi*）林，林下灌木稀少，草本种类较多；L_7，海拔2495m，为云南松（*Pinus yunnanensis*）林，灌木成分比华山松林增多，包括铁仔（*Myrsine africana*）、马桑（*Coriaria nepalensis*），香薷属的野香草（*Elsholtzia cypriani*）等，草本种类较少；L_8，海

1987-12-21收稿

* 国家自然科学基金资助项目

拔2295m，为旱冬瓜（*Alnus nepalensis*）林，混生少量云南松和华山松，林下灌木和草本植物有：青刺尖（*Prinsepia utilis*）、碎米花杜鹃（*Rhododendron spiciferum*）、火棘（*Pyracantha fortuneana*）、白茅（*Imperata cylindrica*）、蒿属（*Artemisia*）等；L_9，海拔2155m，为常绿阔叶林，乔木层主要由高山栲和滇青冈组成，混生少量针叶树如云南松、滇油杉（*Keteleeria evelyniana*），林下灌木种类丰富，包括火棘、野拔子（*Elsholtzia rugulosa*）、马桑、铁仔、来江藤（*Brandisia hancei*）、大白花杜鹃（*Rhododendron decorum*）、爆仗杜鹃（*R. spinuliferum*）等，草本植物种属不多，有泽兰属（*Eupatorium*），小叶三点金草（*Desmodium microphyllum*）。上述5个样方植物中，蕨类在种类和数量上都很少，仅见到凤尾蕨（*Pteris*），这可能由于实测样方时为冬末，部分蕨类植物未发新芽，从而无法辨认。

材 料 和 方 法

为了表示花粉与植被间的数量关系，并与西山研究工作一致，本文继续采用Davis（1963）提出的校正系数概念，简称R值[10]，用公式$R = P/V$表示，R为某植物的校正系数；V为该植物在植被中所占的百分比（用覆盖率或基面积计算均可）；P为该植物花粉的百分含量。当$R = 1$时，代表性强，说明花粉百分含量与其母体植物中所占百分比一致，一般来说可直接用花粉数量恢复其母体植物在植被中的数量。如果$R > 1$时，具超代表性，说明花粉百分含量大于其母体植物的数量。如果$R < 1$时，称花粉具低代表性，说明花粉的百分含量小于其母体植物的数量。

笔者从梁王山采集的五块表土，除L_5外，其余4块为苔藓。在20m半径的圆周内，记录了植物的覆盖率，覆盖率按乔木、灌木、草本和蕨类各自计算，然后再分别计算单个树种的覆盖率。各种植物花粉百分比的计算与植被覆盖率计算方法一致。

所采集的样品，若是苔藓则先用蒸馏水冲洗干净，冲洗下来的沉积物同表土分析步骤一样，用5％的氢氧化钠煮沸3分钟，蒸馏水洗净氢氧化钠（NaOH）后，用2.1和1.8重液各浮选一次，浮选出的有机物及花粉用醋酸酐分解，最后用蒸馏水洗净即可镜下观察。每块样品统计花粉数量为600粒。

花粉与植被间的数量关系

所得的表土花粉分析结果，选择主要植物列于表1及图1中。下面简述研究地区主要植物与其表层土壤中的花粉在数量间的关系。

1.乔木植物花粉

不同类型的乔木植物花粉R值相差很大，现按照R值的大小划分为：

（1）R值大于1，即花粉具超代表性，包括有松和桤木。松属（*Pinus*），R值为0.9—67.9，一般情况波动于1.58—4.91。在纯松林时，R值总是小于1这是由于百分比计算时，松粉不可能为100％。R值为67.9，正是L_5样分析结果。该样方由高山栎组成的灌丛，而表土分析的松粉可占组合的95.1％。此外，松粉中体积小于50μm的，占

36.9%，这种小松粉比例之高，在其它样方中还未见到过。

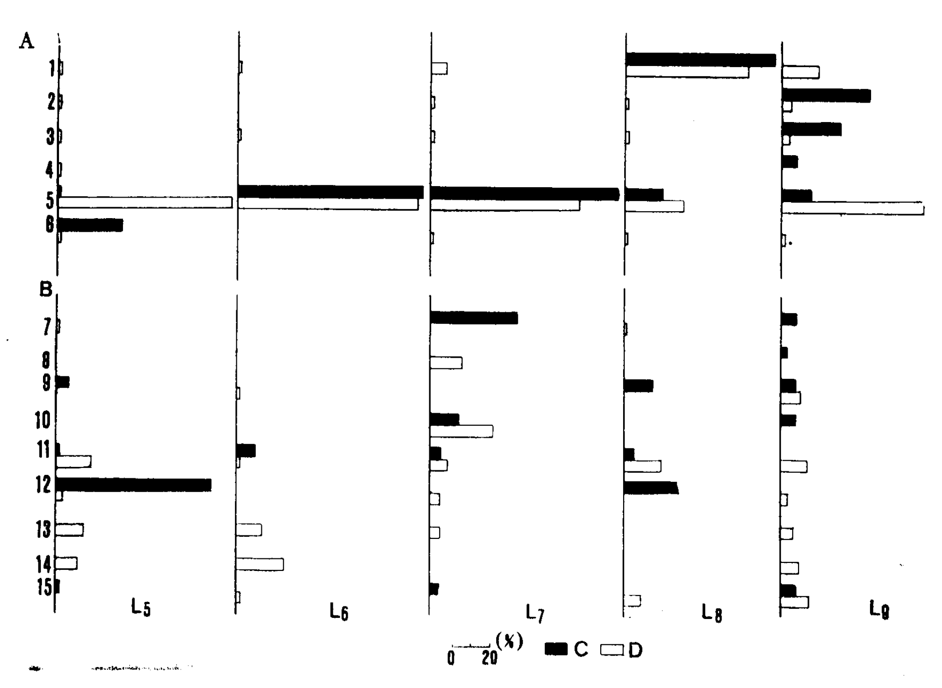


图1　植物覆盖率与表土中花粉百分含量之关系

A.乔木植物；B.灌木、草本及蕨类植物；C.植物覆盖率；D.花粉百分含量

Fig. 1　Correlation of plant coverage and percentage of the pollens in surface samples of the forests on Liangwang Mountain, Kunming.

A. Trees; B. Shrubs, herbs and ferns; C. Plant coverage; D. Percentage of pollen

1. *Alnus*; 2. *Castanopsis*、*Lithocarpus*; 3. *Cyclobalanopsis*; 4. *Keteleeria*; 5. *Pinus*; 6. *Quercus*; 7. *Myrsine*; 8. *Michelia*; 9. *Rhododendron*; 10. *Elsholtzia*; 11. *Artemisia*; 12. *Gramineae*; 13. *Hicriopteris*; 14. *Polypodium*; 15. *Pteris*.

桤木，在此主要是旱冬瓜。表土样L_5、L_6、L_7、L_9中，有桤木花粉，因样方中无植株生长，无法求其R值，但充分说明该属花粉传播能力很强。对比西山林下表土求出的桤木花粉R值为6，因此，无疑应将桤木花粉归于超代表性。至于在旱冬瓜林求出的R值为0.83，与纯松林情况一样，受其百分比计算影响，旱冬瓜花粉不可能为100%。

（2）R值小于1，即花粉具低代表性。包括栲属(*Castanopsis*)、石栎属(*Lithocarpus*)、青冈属（*Cyclobalanopsis*）、栎属（*Quercus*）。前两者花粉很难分开，因此统计时两个属放在一起，其花粉R值为0.08，即花粉含量要比该植物中所占成分少12倍；滇青冈花粉的R值为0.09，即在表土中花粉含量要比植被中所占成分少11倍。这类植物花粉R值如此低，是由于花粉产量低的缘故。

栎属，仅在高山栎灌丛样方中有记录，其R值很低，为0.04，与西山林下表土求出的R值相似[7]。

另外，还有一些植物花粉R值在此无法求出，如油杉(*Keteleeria*)、柏属(*Cupressus*)、黄杞属（*Englhardtia*）、鹅耳枥属（*Carpinus*）。

表1 呈贡梁王山主要植物和花粉的百分比及R值

Table 1 Percentage and ratio of principal plants and their pollens or spores in surface samples of the forests

样品编号 No.of samples	L5			L6			L7			L8			L9		
海拔(m) Altitute	2820			2725			2495			2295			2155		
林型 Type of vegetation	灌丛 Shrub community			华山松林 Forest of *Pinus armandi*			云南松林 Forestof *Pinus yunnanensis*			旱冬瓜林 Forest of *Alnus*			常绿阔叶林 Everygreen-board forest		
V.P.R.	V	P	R	V	P	R	V	P	R	V	P	R	V	P	R
植物类型 Taxa of Plant															
桤木属*Alnus*	0	2.0	0	0	1.0	7.7	0	7.76	0.83	80.0	66.6	0.83	0	15.7	
栲属+石栎属*Castanopsis*+*Lithocarpus*	0	0.2		0	0		0	0.2		0	0.2		46.2	3.9	0.08
青冈属*Cyclobalanopsis*	0	0.4		0	0.8		0	0.7		0	0.2		30.7	2.8	0.09
油杉属*Keteleeria*	0	0.2		0	0		0	0		0	0		7.7	0	
松属*Pinus*	1.4	95.1	67.9	100	96.7	0.97	100	90.0	0.9	20.0	31.5	1.58	15.4	75.6	4.91
栎属*Quercus*	36.2	1.6	0.04	0	0		0	0.4		0	0.2		0	0.2	
扬梅属*Myrica*	0	0		0	0		0	16.7		0	0		0	15.4	
铁仔属*Myrsine*	0	0.2		0	0		46.1	0		0	0.2		6.8	0	
含笑属*Michelia*	0	0		0	0		0	16.7		0	0		2.7	0	
杜鹃属*Rhododendron*	7.2	0		0	0.2		0	0		14.3	0		6.8	9.5	0.8

（续表1）

香薷属*Elsholtzia*	0	0		0	0		15.4	33.3	2.16	0	0		6.8	0	
蒿　属*Artemisia*	2.0	19.2	9.6	10.0	1.3	0.13	5.0	8.3	1.66	5.0	10.0	2.0	0	13.8	
禾本科*Gramineae*	85.0	3.8	0.04	0	0		0	5.0		30.0	0		0	3.4	
菟丝子属*Cuscuta*	0	1.9		0	1.3		0	25.0		0	16.7		0	19.0	
里白属*Hicriopteris*	0	15.4		0	13.7		0	0		0	0		0	5.2	
水龙骨属*Polypodium*	0	11.5		0	25.0		0	5.0		0	0		0	8.6	
凤尾蕨属*Pteris*	2.0	0		0	2.5		5.0	0		0	8.3		5.0	13.8	2.76
花粉统计总量 Counted numbers of pollen		600			600			600			600			600	

V.植物百分比；P.花粉百分比；R.花粉百分比与植物百分比之比值。

V. Plant percentage, P.Pollen Percentage, R.Ratio of pollen plant percertage

2.灌木植物花粉

梁王山地区样方中各种灌木植物花粉R值波动较大，可划分为：

花粉代表性低的一类有铁仔属（*Myrsine*），R值为0.32。杜鹃属（*Rhodondron*）R值为0.8，有时样方中有植物记录，但表土中未见其花粉，说明花粉产量低的缘故。

具超代表性的植物花粉有马桑属（*Coriaria*），在两个样方中R值大于1，最高为4.32。杨梅属（*Myrica*）在表土中有花粉存在，而样方中无植株记录，这种情况与西山林下表土分析结果类似，说明这类花粉无论产量还是传播能力均强。

香薷属（*Elsholtzia*）求出的花粉R值为2.16，据西山林下表土求出的R值为0.3，相差较大。

3.草本植物花粉及蕨类孢子

这一类植物的植株矮小，它们的花粉或孢子大多分散于植株周围。一部分草本植物花粉求不出R值，仅常见的蒿属（*Artemisia*）和禾本科（*Gramineae*）讨论如下：

蒿属，R值范围从0.13—9.6，多数R值大于1，并在所有样方表土中均有花粉。说明蒿属花粉具超代表性。禾本科花粉在L_5中，R值很低，仅为0.04，而其它样方中有植株记录，却在表土中未见花粉；或有花粉的样品而又无植株记录，因此无法求R值。同样在西山林下表土分析中，禾本科花粉的R值也不稳定，波动范围大。

蕨类植物，在表土中多数植物孢子有记录，但样方中无植株记录，而不能求出R值。仅凤尾蕨属（*Pteris*）求出的R值为2.76，说明具超代表性，是由于该种植物孢子产量高的缘故。

讨　论

1.在第四纪的孢粉研究工作中，表土花粉分析是一个基本阶段。这是因为它能提供一个简单、可靠的方法，去正确解释化石孢粉组合，从而较真实地恢复沉积时期的植被。本文研究工作正是为此目的。文中所引用R值表示花粉与植被之间的定量关系，求出梁王山地区一些主要植物花粉的R值，在此基础上，按R值大小分为两类：R值大于1，具超代表性包括有松属、旱冬瓜、马桑属、蒿属、凤尾蕨属的孢子或花粉；R值小于1，具低代表性包括有栲属、石栎属、青冈属、油杉属、栎属、铁仔属花粉。上述各类植物花粉R值不同，反映了各类植物在植被中所占的比例与植物产生的各类花粉数量的比例不一致。当我们用化石孢粉组合恢复沉积时期的植被时，不能直接用各种植物花粉在组合中的百分比。如果运用我们求得的R值校正，由此得到的百分比，再去恢复古植被，其结果就比较真实地反映沉积时期的自然条件。还必须提醒，使用校正值时，又必须注意地点和条件，由于R值大小由花粉产量和花粉传播能力两个主要因素决定，因此同种植物在不同地点R值可以不同。我们在梁王山不同林下求出的各类植物花粉的R值，只能考虑用于该地林下所挖掘的剖面沉积物中花粉的校正。

2.梁王山顶，海拔2820m，风大雾大，气温比昆明坝区低4℃左右，所形成的植被类型为高山栎灌丛，是我们在昆明地区所作47个样方中唯一的一个，在此我们要着重讨论。从表土分析所得结果，松粉占优势，百分比高达95.1%，栎属花粉只有1.6%，其

它成分还有桤木（2.0%）、油杉等，草本植物花粉主要有蒿属（19.2%），禾本科（3.8%），蕨类植物孢子包括里白属（*Hicriopteris*）15.4%，水龙骨属（*Polypodium*）11.5%。这种表土分析的孢粉组合特征与植被类型明显差别也是其它样方中未曾见到。而类似情况曾出现于我国的长白山的高山苔原带和庐山的高山草地灌丛表土样中[1，2]。在苔原带的表土孢粉组合中，松属占68.9%，云杉属（*Picea*）3.5%，冷杉（*Abies*）22.8%，周昆叔（1984）在该文称此现象为表土孢粉组合的"假象"。同样在庐山高山草地灌丛表土样中，松属占木本植物成分的88.4%。引起这三个地点表土花粉谱与植被明显差别的共同原因，一方面由于松粉产量高，花粉比重轻，具有很强的飞翔能力；另一方面是气流作用，风常常将海拔低处的大量松粉携带至高空，最后沉降在山顶上。了解上述情况，在我们解释地层中的孢粉组合时，要特别小心，防止本应是高山栎灌丛，或高山苔原带，或高山草地灌丛的植被特征，误释为松林或针叶林。正是表土花粉分析为我们提供了鉴别的方法。

3.现在我们将进一步讨论影响松粉传播的主要因素。一般来讲，植物的花粉离开母体被搬运并沉积下来，有四种情况：①、雨水冲刷，顺树干流到地面，这类花粉常常埋藏在母体植物周围；②、树冠层中或上层，由于风的作用将花粉卷起离开母体，搬运一定距离后沉降下来；③、通过大气层，离地面大约0.5—3 km高，较强的风将比重小、易飞翔的花粉从地面或树冠上层卷起至高空，以后由于风速减小或与雨滴一地降落下来；④小溪和河流的搬运。

在昆明地区，云南松、华山松、滇油杉的开花期是4—5月[13]，当地正是旱季，其特点是降水稀少，大气湿度小，蒸发力强盛，西风急流的风速大[9]。在这样的自然条件下，雨水搬运花粉的可能性小，而主要是风力。风将松粉卷起至高空，风速愈大搬运愈远。当风速降低后，松粉慢慢地沉降下来，有时沉积在一些没有松树生长的地区。而沉积后的松粉又常常被风再次卷起，到另一地点再沉积。这种现象在森林覆盖率不高地区更有可能。除风速影响花粉搬运外，风的方向也有影响，这点明显地反映在滇池水下表层沉积物中[8]。从图2看出，松粉分布从滇池的西南、西岸到东岸，其百分含量大至由高（>90%）到低（60—80%），而低的部位在河口。位于滇池东面的梁王山，此时也看不出对滇池表层沉积物中松粉分布影

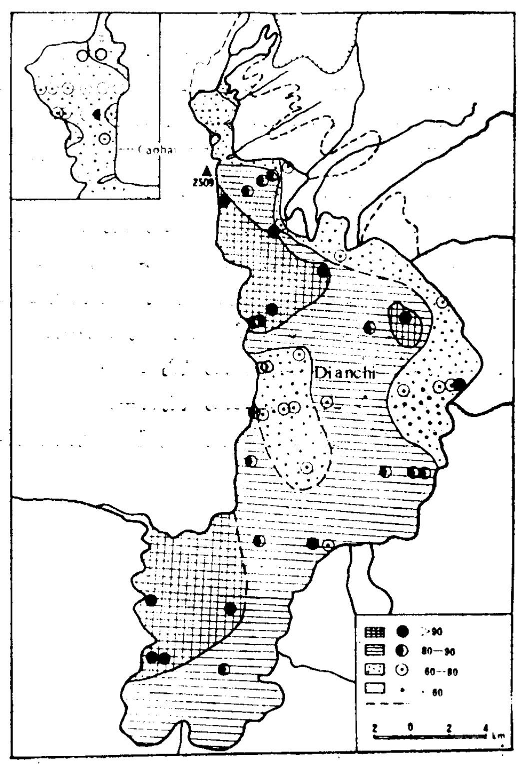


图2　滇池水下表层沉积物中松属分布特征

Fig. 2　Distribution of *Pinus* pollen in surface sediments of the Dianchi Lake

响，而松粉物质来源主要是西和西南方向的松林。

除了上述风的速度和方向影响松粉传播外，在此还涉及植物的开花期影响。Krzywinski（1977）和Andersen（1974）已有所报道[11, 12]。Krzywinski曾在挪威的伯金(Bergen）森林试验后，得出结论“开花季节的植物花粉沉积是一年里最高峰”，如松粉可以达到3000粒/cm²，花期以后半个月可以减少到20粒/cm²。我们认为他的结论也适合于昆明地区。

综上所述，昆明地区4—5月是松粉开花季节，正值强劲的西风，这就是造成表土分析中松粉百分比很高，有时远远地超过植被中所占百分比的两个不能缺一的原因。

致谢 昆明植物所武素功、杨增宏和周浙昆同志，昆明分院生态室刘伦辉同志帮助样方植被调查，袁绍敏同志参加野外工作。

参 考 文 献

1 周昆叙，严富华，叶永英，梁秀龙．第四纪孢粉分析与古环境．北京：科学出版社，1984：115—122
2 李文漪．地理集刊 1985；第16号：91—97
3 王开发，张玉兰，孙煜华．地理学报 1982；37：261—271
4 杨蕉文，陈学林．海洋地质与第四纪地质 1985；5：101—108
5 程广芬．山东海洋学院学报 1978；（1）：138—143
6 荀淑名．海洋科学 1982；（3）：14—16
7 吴玉书，孙湘君．植物学报 1987；29：204—211
8 孙湘君，吴玉书．海洋地质与第四纪地质 1987；7：81—92
9 云南植被编写组．云南植被．北京：科学出版社，1987：759—770
10 Davis M B. *Am J Sci* 1963；261：287—912
11 Krzywinski K. *Grana* 1977；16：199—202
12 Andersen S T. *Grana* 1974；14：57—63
13 中国植物志编委会．中国植物志第七卷．北京：科学出版社，1978：36—255

MODERN POLLEN RAIN ON LIANGWANG MOUNTAIN OF CHENGGONG, YUNNAN

Wu Yushu (Institute of Botany, Academia Sinica, Beijinng)

Xiao Jiayi (Teachers University of Nanjing, Nanjing)

Abstract Pollen analysis of five surface samples on Liangwang Mountain of Chenggong (N24°57′, E102°37′) provides information about the quantitative pollen-vegetation relationship for major plant taxa. Vegetation data with coverage are estimated from each sampling site within the range of 20m.

Acorrding to the difference of R-values, the pollen types could be divided into two groups: 1. R$>$1 .over-represented, the type containing *Pinus*, *Alnus*, *Coriaria*, *Artemisia* and some ferns; 2 . R$<$1 , under-represented, the type containing *Keteleeria*, *Castanopsis* + *Lithocarpus*, *Cyclobalanopsis Quercus*, *Myrsine*.

The pollen deposition of *Pinus* is dependent on the pollen production and on the wind velocitie and wind direction in the April-May flowering seasons. The west wind is mainly reason to affect distribution of *Pinus* pollen.

Key words Liangwang Mountain of Chenggong; Surface sample; R-value; Dispersing reason of *Pinus* pollen